



## **CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE EXAMES DE COLOSCOPIA UTILIZANDO ATRIBUTOS BASEADOS NA MATRIZ DA DIFERENÇA DE TONS DE CINZA DA VIZINHANÇA**

Jefferson Tales Oliva (PIBIC/CNPq-UNIOESTE), Carlos Andrés Ferrero, Claudio Saddy Rodrigues Coy, João José Fagundes, Renato Bobsin Machado, Wu Feng Chung, Huei Diana Lee (Orientadora).  
e-mail: hueidianalee@gmail.com

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Engenharias e Ciências Exatas/Foz do Iguaçu, PR

**Área: ciências exatas e da terra. Sub-área: metodologia e técnicas da computação**

**Palavras-chave:** Análise de Imagens, Inteligência Computacional, Modelos de Classificação

### **Resumo:**

Nos últimos anos, avanços tecnológicos têm incentivado o desenvolvimento de ferramentas e técnicas para a área médica, que permitam a análise mais completa de informações relacionadas ao estado de saúde de pacientes. Imagens médicas resultantes de exames complementares podem ser analisadas por métodos computacionais no intuito de construir modelos que possam apoiar especialistas no diagnóstico de enfermidades. Neste trabalho, 67 imagens provenientes de exames de coloscopia foram submetidas a um método computacional para construção de modelos. Os resultados não permitiram evidenciar diferença significativa entre a precisão desses modelos. No entanto, de acordo com os especialistas, os modelos apresentaram-se promissores para diferenciação de tecidos cólicos.

### **Introdução**

O crescente armazenamento de dados no formato multimídia (áudio, imagem e vídeo) nas diversas áreas de conhecimento tem incentivado o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem o gerenciamento desses dados. Em hospitais e clínicas, exames médicos são comumente registrados no formato de imagens para complementar o laudo médico e a hipótese diagnóstica a respeito do estado de saúde do paciente. Ainda, essas imagens armazenadas podem ser utilizadas para dar suporte aos especialistas no diagnóstico de enfermidades, por meio da utilização de técnicas de Análise de Imagens (AI) e Inteligência Computacional (IC).

De acordo com [1], no Brasil, o câncer colorretal constitui a quarta maior incidência de neoplasias malignas em homens e terceira em mulheres. Para o diagnóstico de neoplasias do intestino grosso, o exame de coloscopia apresenta-se como ferramenta indispensável.

Nesse sentido, está sendo desenvolvido o projeto Análise de Imagens Médicas, em parceria entre o Laboratório de Bioinformática (LABI/UNIOESTE) e o Serviço de Coloproctologia da UNICAMP, de característica multidisciplinar, o qual tem como principal objetivo desenvolver ferramentas computacionais para a análise inteligente de dados no formato de imagem. O objetivo desse trabalho consiste em diferenciar fragmentos de imagem tecidos cólicos, por meio da indução de modelos de classificação construídos a partir da representação das imagens por atributos de textura.

## Materiais e métodos

O método proposto para a realização deste trabalho é constituído por quatro etapas: (1) seleção de fragmentos de imagem, (2) extração de características, (3) construção de modelos e (4) análise de resultados.

Na Etapa (1), a partir de um conjunto de imagens de tecidos cólicos, em cada imagem são selecionados: um de tecido de pólipo e outro de tecido sem pólipo. Desse modo, é constituído o Conjunto de Imagens (CI) representado por  $CI = \{Im_1, Im_2, \dots, Im_{2n}\}$ , em que cada elemento representa um fragmento de imagem e  $n$  o total de fragmentos de imagem.

Na Etapa (2), a  $i$ -ésima imagem de CI é submetida a um processo de transformação para níveis de cinza, originando o exemplo  $E_i$ . O conjunto de imagens normalizadas é denotado por  $CI' = \{Im'_1, Im'_2, \dots, Im'_{2n}\}$ . Para cada imagem e  $CI'$  são extraídos atributos que representam diferentes características relacionadas à cor, textura ou forma da imagem. Um dos métodos para representação de características baseadas em textura consiste na geração e utilização da Matriz da Diferença dos Tons de Cinza da Vizinhança (MDTCV) [2], na qual é representada a diferença entre o tom de cinza de cada pixel da imagem e os tons de seus vizinhos. O  $i$ -ésimo componente da matriz resume a diferença entre os pixels com tom de cinza  $i$  e o tom de cinza médio dos seus vizinhos, considerando todos os pixels de uma imagem, exceto aqueles situados em regiões de borda em um raio de distância  $d$ . Na Figura 1 é apresentado um exemplo de imagem e sua MDTCV correspondente. Nessa Figura, o valor de  $S(i)$  corresponde à soma da diferença entre os pixels com valor  $i$  e o valor médio dos pixels vizinhos, considerando uma distância  $d$ .

Imagem	Matriz da Diferença dos Tons de Cinza																																			
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><td>3</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	3	2	0	1	0	1	2	1	3	0	3	1	0	2	3	1	2	3	0	3	0	0	0	0	1	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><th style="text-align: center;">i</th><th style="text-align: center;">S(i)</th></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">3,25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1,00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">2,00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4,50</td></tr> </table>	i	S(i)	0	3,25	1	1,00	2	2,00	3	4,50
3	2	0	1	0																																
1	2	1	3	0																																
3	1	0	2	3																																
1	2	3	0	3																																
0	0	0	0	1																																
i	S(i)																																			
0	3,25																																			
1	1,00																																			
2	2,00																																			
3	4,50																																			

**Figura 1** – Imagem representada em seis níveis de cinza como uma matriz de pixels 5x5 e a respectiva matriz da diferença dos tons de cinza da vizinhança para distância 1 [3].

A partir das MDTCV podem ser extraídos atributos que representem características da imagem, como aspereza, fineza, contraste, complexidade



e força de textura [2]. Dessa forma, define-se o Conjunto de Exemplos (CE), representado por  $CE = \{E_1, E_2, \dots, E_{2n}\}$ , em que cada exemplo reúne os valores dos atributos extraídos para cada imagem contida em  $CI'$ .

Na Etapa (3) são aplicadas técnicas de IC para a construção de modelos de classificação (classificadores). Dentre as técnicas utilizadas para esse fim destacam-se (1) árvores de decisão, consiste na construção de uma estrutura de dados organizada hierarquicamente utilizando o paradigma de divisão e conquista [4]; e (2) vizinhos mais próximos, consiste na classificação de novos exemplos pela similaridade desse exemplo com os exemplos de um conjunto de treinamento [4].

Na Etapa (4), esses modelos são analisados com o uso de técnicas de avaliação, no intuito de estimar a qualidade dos modelos construídos. Dentre as técnicas comumente utilizadas tem-se a validação cruzada [4], a qual consiste em dividir o conjunto CE em  $k$  amostras iguais, no qual a  $k$ -ésima amostra constitui o conjunto de teste e  $k-1$  amostras restantes constituem o conjunto de treinamento. Logo, é realizado o cálculo da média e do desvio-padrão referentes aos erros de classificação das  $k$  amostras.

As etapas (1) e (2) na foram realizadas com auxílio de uma ferramenta computacional, denominada *Medical Image Analysis System* (MIAS) [6], desenvolvida no Laboratório de Bioinformática (LABI). As etapas 3 e 4 foram realizadas utilizando a ferramenta WEKA [5], a qual disponibiliza os algoritmos J48 e 1-Nearest-Neighbor (1NN) para a construção de árvores de decisão e encontrar os vizinhos mais próximos, respectivamente. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o software GraphPad Instat®.

## Resultados e Discussão

O método proposto foi aplicado a um conjunto de 67 imagens de exames de coloscopia provenientes do Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP. Na Etapa 1, para cada imagem, foram selecionados manualmente, junto com os especialistas, dois fragmentos de imagem de tamanho variado, sendo um de tecido de pólipó cólico e outro de tecido sem pólipó, constituindo o conjunto  $CI$ , contendo 134 fragmentos de imagem. Logo, na Etapa 2, com auxílio do aplicativo MIAS, cada fragmento de imagem foi transformado do formato RGB, *Red* (vermelho), *Green* (verde) e *Blue* (azul), para o formato de níveis de cinza, considerando 64 níveis. Após isso, os fragmentos foram representados pela MDTCV, considerando  $d=1$  e extraídas as cinco características de textura mencionadas anteriormente. Posteriormente, na Etapa 3, foram construídos os modelos de classificação com os algoritmos J48 e 1NN. Na Etapa 4, esses classificadores foram avaliados com base na precisão preditiva, utilizando a técnica de validação cruzada considerando dez partições.

Os valores de erro médio (EM) e desvio-padrão (DP), para o algoritmo J48 foram de 0,2170 e 0,1072, respectivamente; e para o algoritmo 1NN foram de 0,3286 e 0,1279. Com base nessas informações, foi possível observar que, o modelo construído com o algoritmo J48 apresentou menores valores de EM e de DP em relação à classificação utilizando o algoritmo



1NN. Para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre a precisão dos classificadores aplicou-se o teste estatístico *t-student* para dados emparelhados, considerando-se nível de significância de 95%. O *p*-valor resultante apresentou-se igual a 0,0903, não sendo possível constatar diferença estatisticamente significativa entre a precisão dos classificadores.

## Conclusões

Neste trabalho, foram construídos modelos para a diferenciação de fragmentos de imagem de tecido cólico de pólipos e sem pólipos, a partir da representação desses fragmentos por atributos de textura. Para a extração desses atributos foi utilizado o método de Matrizes da Diferença dos Tons de Cinza da Vizinhança e para a construção dos modelos os algoritmos J48 e 1NN. Embora o modelo construído com o algoritmo J48 tenha apresentado menor valor de erro médio e desvio-padrão, não foi possível constatar diferença estatisticamente significativa em relação ao construído com o algoritmo 1NN. No entanto, de acordo com os especialistas os modelos apresentaram-se promissores para a diferenciação de tecidos cólicos.

Com isso, trabalhos futuros incluem a comparação dos modelos por meio de medidas baseadas na tabela de contingência, como sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo; a construção de modelos utilizando outros atributos de textura e outros algoritmos de construção de modelos.

## Agradecimentos

Ao Conselho Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq – pela concessão de bolsa de iniciação científica.

## Referências

1. Instituto Nacional de Câncer (INCA). Estimativa 2010: Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro, 2009.
2. Amadasum, M.; King, R. Textural Corresponding to Textural Properties. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1989, v.19, n.5, p.1264-1274.
3. Pedrini, H.; Schwartz, W.R. *Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações*. São Paulo: Thomson, 2008.
4. Rezende, S. *Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações*. Barueri: Manole, 2003.
5. Witten, I.H.; Frank, E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2005.
6. Ferrero, C.A.; Lee, H.D.; Spolaôr, N.; Coy, C.S.R.; Fagundes, J.J.; Machado, R.B.; Cherman, E.A.; Wu, F.C. Estudo comparativo de modelos computacionais gerados sobre representações de imagens de coloscopia: tecido de mucosa normal VS tecido de mucosa de pólipos cólicos. *Revista Brasileira de Colo-Proctologia*, 2009, v.29, p.23-29.